

Pengaruh Proses *Degumming* dan Netralisasi Terhadap Sifat Fisiko Kimia dan Profil Asam Lemak Penyusun Minyak Biji Gambas (*Luffa acutangula* Linn.)

Antonius Rizky Meilano*, Hartati Soetjipto, Margareta Novian Cahyanti

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Jalan Diponegoro No. 52-60 Salatiga 50711 Jawa Tengah-Indonesia

*Penulis korespondensi: rizkymeilano28@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v5.n2.14604>

Abstrak: Penelitian mengenai minyak biji gambas umumnya menggunakan minyak kasar, pemurnian terhadap minyak biji gambas masih belum dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan efek proses *degumming* dan netralisasi terhadap sifat fisiko kimia dan kandungan minyak biji gambas (*Luffa acutangula* Linn.). Metode yang digunakan dalam memperoleh minyak biji gambas yaitu maserasi dengan pelarut heksana. Sifat fisiko-kimia minyak biji gambas sebelum dan sesudah pemurnian ditentukan berdasarkan SNI 01-3555-1998. Sesudah pemurnian minyak biji gambas mengalami perubahan warna, massa jenis, kadar air, bilangan asam, bilangan peroksida, dan bilangan penyabunan. Analisa profil asam lemak dilakukan dengan instrumen GC-MS. Adanya pemurnian tidak berpengaruh terhadap komponen utama asam lemak penyusun minyak biji gambas.

Kata kunci: *degumming*, GC-MS, minyak biji gambas, netralisasi, sifat fisiko kimia

Abstract: Research on ridge gourd seed oil generally uses crude oil, purification of ridge gourd seed oil is still not done. The purposes of this research were to determine the effect of *degumming* and neutralization process on the physicochemical properties and fatty acid profiles of ridge gourd seed oil (*Luffa acutangula* Linn.). The ridge gourd seed oil was obtained by using hexane maceration method, whereas physicochemical properties of the pre and post purification oil were determined based on SNI 01-3555-1998. Post purification, the ridge gourd seed oil undergoes color change, density, moisture, acid number, peroxide number, and saponification number. Fatty acid profile analysis was performed by GC-MS instrument. Purification of the oil does not affect the main components of ridge gourd seed oil.

Keywords: *degumming*, GC-MS, neutralization, physicochemical properties, ridge gourd seed oil

PENDAHULUAN

Minyak merupakan suatu bahan yang cukup bermanfaat dalam berbagai bidang. Minyak tersusun dari campuran ester asam lemak dan gliserol (Sartika 2009), berdasarkan sumbernya dapat dibedakan antara minyak nabati dan hewani. Minyak nabati diperoleh dari hasil pengolahan bagian tanaman yang telah melalui proses ekstraksi (Mahandri dkk. 2011). Penggunaannya cukup luas dalam makanan, seperti sebagai perisa rasa, menggoreng, dan memasak (Hermanto dkk. 2010). Selain itu dalam bidang kosmetika juga memiliki beberapa peranan penting. Asam lemak hasil hidrolisis minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun (Kusmiyati 2008). Berbagai sumber minyak nabati sudah banyak diketahui oleh masyarakat. Namun pencarian terhadap sumber alternatif dari minyak nabati masih terbuka lebar mengingat semakin meningkatnya suplai minyak nabati di pasaran.

Dalam perkembangannya peningkatan akan suplai minyak nabati terus mengalami peningkatan, pada tahun 2011 hingga 2012 konsumsi dari minyak nabati tercatat mencapai ± 150 juta ton dengan rincian 35,8

juta ton di sektor non pangan dan 114,2 juta ton pada sektor pangan (Gunstone 2013). Beberapa sumber minyak nabati yang sudah diketahui adalah minyak sawit, jarak pagar, minyak kelapa, kacang kedelai, bunga matahari, dan biji-bijian (Havendri 2008). Beberapa tanaman masih belum dieksplorasi sebagai sumber alternatif minyak nabati. Famili *Cucurbitaceae* merupakan salah satu sumber alternatif minyak nabati terkhusus pada bagian bijinya. Buah gambas (*Luffa acutangula* Linn.) merupakan salah satu anggota *Cucurbitaceae*.

Kandungan kimia dari buah gambas diantaranya karbohidrat, karoten, lemak, protein, asam amino, alanin, arginin, glisin, sistein, asam glutamat, hidroksiprolin, leusin, serin, triptofan, flavonoid, dan saponin. Sedangkan pada bagian bijinya terkandung minyak seperti palmitat, stearat, dan asam miristat (Jyothi *et al.* 2010). Dalam pengobatan tradisional, masyarakat umumnya memanfaatkan buah, biji, akar, dan daun dari tanaman ini. Selain itu, minyak dari bijinya digunakan untuk perawatan kulit (Shrivastava & Roy 2013). Di Indonesia sendiri masyarakat

memanfaatkan buah gambas sebagai sayuran dan dikeringkan sebagai pembersih pengganti spons.

Beberapa penelitian mengenai buah gambas dan aplikasinya sudah banyak dilaporkan. Purwaningsih (2008) melaporkan dalam penelitiannya mengenai pengaruh pemberian ekstrak biji gambas pada mencit betina galur swiss webster terhadap lama siklus estrus dan jumlah folikel muda. Sari (2015) meneliti pengaruh pemberian infusa buah gambas terhadap penurunan glukosa darah tikus putih yang diinduksi aloksan. Sedangkan penelitian mengenai minyak dari biji gambas masih kurang di Indonesia. Di samping itu penelitian yang telah dilakukan umumnya menggunakan minyak kasar, sehingga dirasa perlu dilakukan pemurnian terhadap minyak biji gambas.

Proses pemurnian yang dilakukan meliputi proses *degumming* dan netralisasi. *Degumming* adalah proses pemisahan lendir atau getah dalam minyak tanpa mereduksi asam lemak bebas dalam minyak (Abdillah 2008). Sedangkan tujuan dari proses netralisasi adalah menetralkan asam lemak bebas dan mengurangi gum yang masih tertinggal pada minyak, memperbaiki rasa, dan mengurangi warna gelap pada minyak (Widarta 2008). Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini meliputi karakterisasi sifat fisiko kimia minyak biji gambas sebelum dan sesudah pemurnian serta mengidentifikasi profil asam lemak penyusunnya dengan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku dalam penelitian ini adalah biji gambas varietas F1 Prima yang diperoleh dari PT. East West Seed Indonesia, Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia. Bahan dan pelarut kimia yang digunakan dengan derajat pro analysis dari Smart lab, Indonesia adalah *n*-heksana, sedangkan bahan kimia lain antara lain: asam fosfat, natrium hidroksida, etanol, kloroform, asam asetat glasial, asam klorida, natrium tiosulfat, indikator fenoltalein, natrium hidroksida, kalium iodida (pra kristal), dan kalium hidroksida.

Peralatan yang digunakan antara lain neraca analitis dengan ketelitian 0,0001 gram (Ohaus PA124, USA), neraca analitis dengan ketelitian 0,01 gram (Ohaus TAJ602, USA), *moisture balance* (Ohaus MB25, USA), *rotary evaporator* (Buchi R-114, Swiss), grinder (Maspion, Indonesia), *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), dan berbagai peralatan gelas (Pyrex).

Preparasi Sampel

Biji gambas yang sudah dicuci dikeringkan dalam *drying cabinet*, selanjutnya dihaluskan dengan grinder untuk mendapatkan serbuk biji gambas.

Ekstraksi Minyak Biji Gambas

Sebanyak 200 gram biji gambas yang telah dihaluskan, dimaserasi dengan pelarut *n*-heksana

sebanyak 500 mL pada suhu ruang selama 24 jam. Kemudian maserat dibilas dua kali dengan masing-masing 200 mL pelarut dan diaduk selama 30 menit. Semua filtrat digabung kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 70°C.

Karakterisasi Sifat Fisiko-Kimia Minyak Biji Gambas Sebelum Pemurnian

Aroma dan Warna

Penentuan aroma dan warna ditentukan secara deskriptif.

Kadar Air

Sebanyak 0,500 gram minyak biji gambas ditimbang dan diukur kadar airnya menggunakan *moisture balance*. Kadar air dinyatakan dalam persen berat kering.

Rendemen (Sudarmadji dkk. 1997)

Penentuan rendemen dilakukan secara gravimetri dengan menggunakan neraca dengan ketelitian 0,0001 gram.

Massa Jenis (Sudarmadji dkk. 1997)

Sebanyak 1 mL minyak biji gambas diukur seksama dan ditimbang dengan ketelitian 0,0001 gram. Massa jenis dinyatakan dalam g/mL.

Bilangan Asam (SNI 01-3555-1998)

Sebanyak 2,0000 gram minyak biji gambas ditambahkan dengan 50 mL etanol 95%. Sampel ditambahkan sebanyak 3-5 tetes indikator fenoltalein dan dititrasi dengan KOH 0,1 N hingga warna merah muda tetap (tidak berubah selama 15 detik).

Perhitungan:

$$\text{Bilangan asam (mg KOH/g)} = \frac{V \times T \times 56,1}{m}$$

Keterangan:

- V = Volume KOH yang diperlukan dalam penitrasi (mL)
T = Konsentrasi KOH (N)
m = Berat contoh (gram)

Bilangan Peroksida (SNI 01-3555-1998)

Sebanyak 0,3000 gram minyak biji gambas ditambah 30 mL campuran kloroform, asam asetat glasial, dan etanol 95% dengan perbandingan 11:4:5. Satu gram kristal KI ditambahkan dalam campuran tersebut. Penentuan dilakukan dengan mengukur jumlah KI yang teroksidasi melalui titrasi dengan Na₂S₂O₃.

Perhitungan:

$$\text{Bilangan Peroksida (mg.ek/kg)} = \frac{(V_1 - V_0) \times T}{m} \times 1000$$

Keterangan:

- V₀ = Volume dari larutan natrium tiosulfat untuk blanko (mL)
V₁ = Volume larutan natrium tiosulfat untuk contoh (mL)
T = Konsentrasi natrium tiosulfat (N)
m = Berat contoh (gram)

Bilangan Penyabunan (SNI 01-3555-1998)

Sebanyak 2,0000 gram minyak biji gambas ditambah dengan 25 mL KOH 0,5 M berlebih lalu direfluks selama satu jam. Ditambahkan sebanyak 0,5-1 mL indikator fenolftalein ke dalam campuran tersebut. Jumlah KOH yang tidak bereaksi dititrasi dengan HCl 0,5 N.

Perhitungan:

$$\text{Bilangan Penyabunan} = \frac{56,1 \times T \times (V_0 - V_1)}{m}$$

Keterangan:

- V_0 = Volume HCl 0,5 N yang diperlukan pada penitaran blanko (mL)
 V_1 = Volume HCl 0,5 N yang diperlukan pada penitaran contoh (mL)
 T = Konsentrasi HCl (N)
 m = Berat contoh (gram)

Pemurnian (Herwanda 2011; Kartika dkk. 2010 modifikasi)

Proses Degumming

Minyak hasil ekstraksi ditimbang lalu dipanaskan hingga suhu mencapai 70-75°C. Setelah itu, minyak ditambahkan asam fosfat 20% sebanyak 0,3% (v/b) dari berat minyak. Sampel diaduk selama 10 menit pada suhu yang konstan. Selanjutnya, minyak dimasukkan ke dalam corong pisah untuk memisahkan minyak dengan gum. Kemudian minyak dibilas dengan air suhu 60°C tiga kali, selanjutnya dicek pH. Selanjutnya minyak siap dinetralisasi.

Proses Netralisasi

Minyak biji gambas dipanaskan pada suhu 70-75°C, kemudian ditambahkan larutan NaOH dengan konsentrasi 0,3 N sebanyak 0,97 mL (berdasarkan nilai asam lemak bebas). Minyak diaduk selama 15 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah pengadukan selesai, minyak dicuci dengan air suhu 60°C hingga pH air buangan netral.

Pengujian Sifat Fisiko Kimia Minyak Biji Gambas Sesudah Pemurnian

Minyak biji gambas yang telah melalui tahap netralisasi dihitung kadar air, bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan penyabunan, pH, massa jenis, warna, dan aromanya.

Analisis Komposisi Minyak Biji Gambas Sebelum dan Sesudah Pemurnian

Analisis komposisi kimia minyak biji gambas sebelum dan sesudah pemurnian dianalisa dengan menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GCMS-QP2010 SE Shimadzu) di UII, Yogyakarta, jenis kolom yang digunakan adalah AGILENTTJ%W DB-I dengan panjang 30 meter dan suhu 80°C. Suhu injeksi 300°C pada tekanan 16,5 kPa dengan total aliran 41,8 mL/menit dan kecepatan linier 26,1 cm/detik. Purge flow 3,0 mL/menit dengan split ratio 73,0. ID 0,25 mm dengan gas pembawa helium dan pengionan EI 70 eV.

Analisis Data

Analisis data fisiko kimia minyak biji gambas sesudah pemurnian dilakukan secara deskriptif, dengan diulang sebanyak enam kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil minyak biji gambas yang diperoleh berwarna hijau kecoklatan seperti ditampilkan pada Gambar 1. Warna tersebut disebabkan oleh zat warna yang terlarut dalam minyak saat proses ekstraksi, antara lain karoten, santofil, klorofil, dan antosianin (Sipayung 2012). Selain itu, diketahui pula aroma dari minyak biji gambas yang serupa dengan aroma khas biji gambas.



Gambar 1. Hasil Ekstraksi Minyak Biji Gambas Sebelum Pemurnian

Dari hasil karakterisasi fisiko kimia minyak biji gambas sebelum pemurnian diperoleh hasil yang berbeda dibandingkan dengan penelitian Kamel & Blackman (1982), massa jenis minyak pada penelitian ini relatif lebih kecil, disebabkan oleh perbedaan jenis asam lemak yang menyusun minyak yang berpengaruh terhadap massa jenis minyak (Nichols & Sanderson 2003). Bilangan asam dan bilangan penyabunan minyak biji gambas pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian lain yang dapat dilihat pada Tabel 1. Di samping itu kadar air pada minyak biji gambas yang diperoleh relatif rendah yang menunjukkan kualitas yang baik dari minyak yang diperoleh. Semakin tinggi kadar air mengindikasikan kualitas minyak yang semakin rendah (Handayani dkk. 2010).

Rendemen minyak biji gambas hasil pemurnian yang diperoleh yaitu sebesar 87,51±0,03%. Jumlah minyak selama proses pemurnian secara keseluruhan berkurang dengan rata-rata %loss yang diperoleh sebesar 19,33±0,13% (bk). Hasil karakterisasi serta perbandingan mutu minyak biji gambas sebelum dan sesudah pemurnian ditampilkan pada Tabel 2.

Beberapa sifat fisiko kimia antara minyak biji gambas sebelum dan sesudah pemurnian menunjukkan hasil yang berbeda. Pada kadar air minyak hasil pemurnian mengalami penurunan yang menyebabkan kualitas dari minyak hasil pemurnian meningkat. Sedangkan massa jenis minyak biji gambas hasil pemurnian lebih tinggi dibanding sebelum pemurnian, menunjukkan perubahan

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Fisiko Kimia Minyak Biji Gembas Sebelum Pemurnian

Karakteristik	Penelitian ini	Kamel and Blackman (1982)	Anitha and Miruthula (2014)	Kalyani <i>et al.</i> (2011)
Massa Jenis (gr/mL)	0,8382	0,9213	-	-
Bilangan Asam (mg KOH/gram)	14,24	9,88–11,12	10,5	2,04
Bilangan Peroksida (mg ek/kg)	28,25	-	-	-
Bilangan Penyabunan (mg KOH/gram)	223,86	189,6–191,9	190,8	150,82
Kadar air (%)	2,80	-	-	-

Tabel 2. Perbandingan Mutu Minyak Biji Gembas Sebelum dan Sesudah Pemurnian

Karakteristik	Minyak Biji Gembas Sebelum Pemurnian	Minyak Biji Gembas Sesudah Pemurnian ($\bar{x} \pm SE$)
Aroma dan Warna	Hijau kecoklatan, aroma khas biji gembas	Kecoklatan, aroma khas biji gembas
Kadar Air (%)	2,80	1,56±0,91
Massa Jenis (gr/mL)	0,8382	0,8551±0,02
Bilangan Asam (mg KOH/gram)	14,24	3,42±0,48
Bilangan Peroksida (mg ek/kg)	28,25	14,05±4,91
Bilangan Penyabunan (mg KOH/gram)	223,86	2,21±0,88

terhadap susunan jenis asam lemak yang menyusun minyak biji gembas (Nichols & Sanderson 2003).

Minyak biji gembas hasil pemurnian mengalami penurunan yang drastis pada bilangan asam dan penyabunan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya proses pemurnian yang meliputi tahapan netralisasi yang menggunakan NaOH (Zeldenrust 2012). Menurunnya bilangan asam berbanding lurus dengan menurunnya bilangan penyabunan, hal ini dipengaruhi oleh tahapan netralisasi, sehingga asam lemak bebas relatif berkurang. Di samping itu, minyak biji gembas yang sudah dimurnikan juga didominasi oleh asam lemak jenuh dengan bobot molekul tinggi yang berpengaruh pula terhadap massa jenis minyak yang meningkat, selain itu massa jenis setiap minyak yang khas dipengaruhi oleh jenis asam lemak penyusun minyak (Nichols & Sanderson 2003). Besarnya bilangan penyabunan juga dipengaruhi oleh bobot molekul dari minyak, semakin tinggi bobot molekul maka semakin rendah bilangan penyabunan dari minyak tersebut begitu sebaliknya (Listiwati 2007).

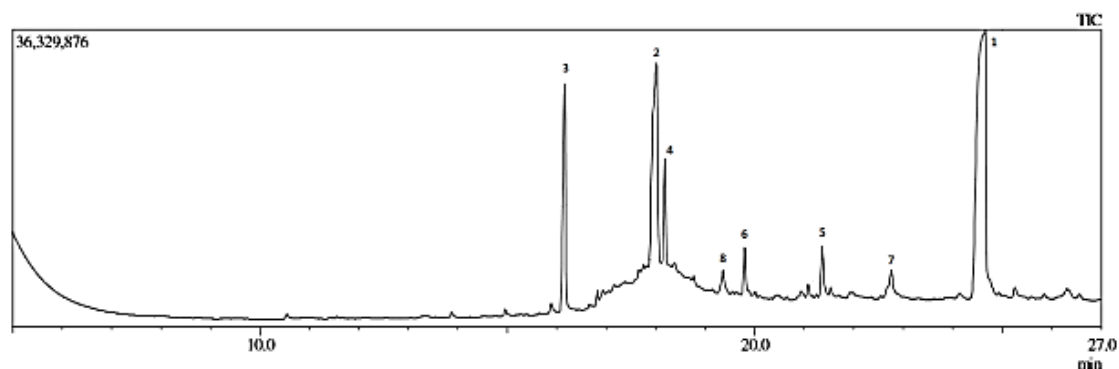
Minyak biji gembas hasil pemurnian mengalami penurunan nilai bilangan peroksida menjadi 14,05±4,91 mg ek/kg. Pemurnian ini disebabkan karena asam lemak bebas dan senyawa polimer peroksida akan bereaksi dengan NaOH sehingga

menyebabkan menurunnya bilangan peroksida (Herwanda 2011). Kualitas minyak akibat kerusakan oleh oksidasi dan polimerisasi dapat dilihat dari nilai bilangan peroksida, maka dari itu proses pemurnian minyak biji gembas menghasilkan minyak dengan kualitas yang lebih baik.

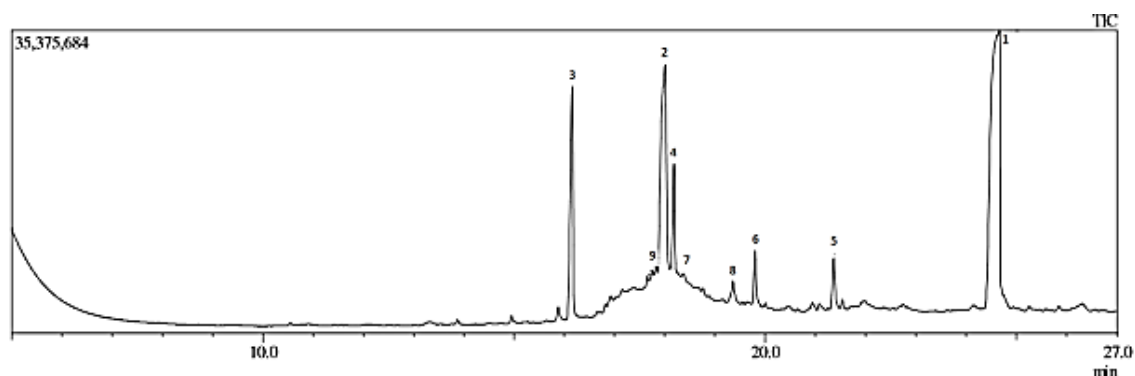
Hasil analisa GC-MS minyak biji gembas sebelum dan sesudah pemurnian dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Gambar 2 menunjukkan adanya 16 puncak yang teridentifikasi dengan 9 puncak dominan (%area>1%). Persen area menunjukkan perbandingan kadar komponen atau senyawa yang terukur dengan total sampel yang diinjeksikan. Sedangkan Gambar 3 juga menunjukkan adanya 16 puncak dengan 8 puncak dominan. Selanjutnya tiap puncak yang muncul diidentifikasi senyawanya dengan dibandingkan database WILEY 7. Hasil interpretasi tiap puncak dominan disajikan pada Tabel 3.

Profil asam lemak minyak biji gembas sebelum dan sesudah pemurnian mengalami perubahan. Namun demikian empat komponen utama asam lemak penyusunnya tetap sama, hanya kadarnya yang berbeda. Puncak nomor 1, 2, dan 3 (skualena, metil oleat, dan metil palmitat) nyaris tidak mengalami perubahan kadar, sedangkan metil stearat relatif mengalami penurunan.



Gambar 2. Kromatogram Minyak Biji Gambas Sebelum Pemurnian



Gambar 3. Kromatogram Minyak Biji Gambas Sesudah Pemurnian

Tabel 3. Komponen Penyusun Minyak Biji Gmbas Sebelum dan Sesudah Pemurnian

Nama Komponen	BM (g/mol)	Struktur Molekul	Sebelum Pemurnian ^a			Sesudah Pemurnian ^b		
			Puncak	Waktu Retensi (Menit)	% area	Puncak	Waktu Retensi (Menit)	% area
<i>2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene,</i> <i>2,6,10,15,19,23-hexamethyl-</i> <i>(skualena)</i>	410	C ₃₀ H ₅₀	1	24,661	45,90	1	24,883	46,32
<i>9-Octadecenoic acid, methyl ester</i> (metil oleat)	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	2	18,006	22,44	2	18,117	22,45
<i>Hexadecanoic acid, methyl ester</i> (metil palmitat)	270	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	3	16,159	11,97	3	16,283	12,45
<i>Octadecanoic acid, methyl ester</i> (metil stearat/isopropil palmitat)	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	4	18,182	7,00	4	18,275	5,31
<i>9-Octadecenal, (Z)-</i>	266	C ₁₈ H ₃₄ O	5	21,365	2,63	-	-	-
<i>Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-</i> <i>propanediyl ester (1,3 dipalmitin)</i>	569	C ₃₅ H ₆₈ O ₅	6	19,796	2,32	-	-	-
<i>Octadeca-9,12-dienoic acid methyl</i> <i>ester (metil linoleat)</i>	294	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	7	18,367	1,78	-	-	-
<i>Borane, diethylmethyl-</i>	84	C ₅ H ₁₃ B	8	19,354	1,41	8	19,508	1,55
<i>13-hexyl-oxa-cyclotridec-10-en-2-one</i> (asam linoleat)	280	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	9	17,828	1,08	-	-	-
<i>9,12-Octadecadienoyl chloride</i>	298	C ₁₈ H ₃₁ ClO	-	-	-	5	21,483	2,82
<i>Hexadecanoic acid, 1-</i> <i>(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester</i>	569	C ₃₅ H ₆₈ O ₅	-	-	-	6	19,933	2,23
<i>16-Hentriacontanone</i>	450	C ₃₁ H ₆₂ O	-	-	-	7	22,875	1,87

Perubahan terjadi pada senyawa 9-Octadecenal, (Z)-, Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3-propanediyl ester (1,3 dipalmitin), Octadeca-9,12-dienoic acid methyl ester (metil linoleat), dan 13-hexyl-oxa-cyclotridec-10-en-2-one (asam linoleat) (2,63%; 2,32%; 1,78%; dan 1,08%) yang semula ada setelah pemurnian hilang atau tidak terdeteksi lagi. Sebaliknya muncul puncak senyawa lain yaitu 9,12-Octadecadienoyl chloride, Hexadecanoic acid, 1-(hydroxymethyl)-1,2-ethanediyl ester, dan 16-Hentriacontanone (2,82%; 2,23%; dan 1,87%) yang sebelumnya tidak ada.

Adanya proses pemurnian yang meliputi tahapan degumming dan netralisasi memungkinkan terjadinya perubahan komponen pada minyak biji. Hasil penelitian ini juga tidak bertentangan dengan penelitian Anitha & Miruthula (2014) yang menyatakan bahwa asam lemak utama penyusun minyak biji gambas adalah asam oleat dan asam palmitat.

KESIMPULAN

Proses degumming dan netralisasi berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia minyak biji gambas baik warna, massa jenis minyak, kadar air, bilangan asam, bilangan peroksida, maupun bilangan penyabunan. Juga berpengaruh terhadap profil asam lemak penyusun minyak biji gambas secara umum, tetapi tidak berpengaruh terhadap empat jenis asam lemak dominan yang utama hanya kadarnya saja yang berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M.H. (2008). *Pemurnian minyak dari limbah pengolahan ikan*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Anitha, J. & Miruthula, S. (2014). Traditional medicinal uses, phytochemical profile and pharmacological activities of *Luffa acutangula* Linn. *International Journal of Pharmacognosy*. 1(3): 174-183.
- Gunstone, F.D. (2013). Oils and Fats in The Marketplace Non Food Uses. <http://lipidlibrary.aocs.org/content.cfm?ItemNumber=39456> (diakses: 20 Juli 2016).
- Handajani, S., Manuhara, G.J. & Anandito, R.B.K. (2012). Pengaruh suhu ekstraksi terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris minyak wijen (*Sesamum indicum* L.). *Jurnal Agritech*. 30(2): 116-122.
- Havendri, A. (2008). Kaji eksperimental prestasi dan emisi gas buang motor bakar diesel menggunakan variasi campuran bahan bakar biodiesel minyak jarak (*Jatropha curcas* L) dengan solar. *Teknika Unand*. 1(29): 65-72.
- Hermanto, S., Muawanah, A. & Wardhani, P. (2010). Analisis tingkat kerusakan lemak nabati dan lemak hewani akibat proses pemanasan. *Jurnal Kimia VALENSI*. 1(6): 262-268.
- Herwanda, A.E. (2011). *Kajian proses pemurnian minyak biji bintaro (Cerbera manghas L) sebagai bahan bakar nabati*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Jyothi, V., Ambati, S. & Asha, J.V. (2010). The pharmacognostic, phytochemical and pharmacological profile of *Luffa acutangula*. *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2(4): 512-524.
- Kamel, B.S. & Blackman, B. (1982). Nutritional and oil characteristics of the seeds of angled *Luffa acutangula*. *Food Chemistry*. 9(4): 277-282.
- Kartika, I.A., Fathiyah, S., Desrial & Purwanto, Y.A. (2010). Pemurnian minyak nyamplung dan aplikasinya sebagai bahan bakar nabati. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 20(2): 122-129.
- Kusmiyati, K. (2008). Reaksi katalitis esterifikasi asam oleat dan metanol menjadi biodiesel dengan metode distilasi reaktif. *Reaktor*. 12(2): 78-82.
- Listiawati, A.P. (2007). Pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap karakteristik biodiesel jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Nichols, D.S. & Sanderson, K. (2003). The Nomenclature, Structure, and Properties of Food Lipids. In Sikorski, Z.Z.E. & Kolakowska, A. (Eds). *Chemical and Functional Properties of Food Lipids*. CRC Press. Washington.
- Purwaningsih, E. (2008). Pengaruh pemberian ekstrak biji *Luffa acutangula* Roxb pada mencit betina galur swiss webster terhadap lama siklus estrus dan jumlah folikel muda. *YARSI Medical Journal*. 16(3): 198-205.
- Sari, H.T. (2015). *Pengaruh pemberian infusa buah gambas (Luffa acutangula L) terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus putih yang diinduksi aloksan*. Disertasi Doktor. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Sartika, R.A.D. (2009). Pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (*deep frying*) terhadap pembentukan asam lemak trans. *Makara Journal of Science*. 13(1): 23-28.
- Shrivastava, A. & Roy, S. (2013). Cucurbitaceae: A ethnomedicinally important vegetable family. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 1(4): 16-20.
- Sipayung, A.N. (2012). *Analisa Keberadaan Asam Lemak Bebas Pada Minyak Goreng Jenis Curah Berdasarkan Waktu Pemakaian Pada Pedagang Gorengan Kaki Lima Di Kelurahan Padang Bulan Medan Tahun 2012*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- SNI 01-3555-1998. Cara Uji Minyak dan Lemak. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Sudarmadji, S., Haryono, B. & Suhardi. (1997). *Prosedur Untuk Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.

-
- Widarta, I. (2008). *Kendali proses deasidifikasi dalam pemurnian minyak sawit merah skala pilot plant*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zeldenrust, R.S. (2012). *Alkali Refining Edible Oil Processing*. <http://lipidlibrary.aocs.org/OilsFats/content.cfm?ItemNumber=40319> (diakses: 12 Januari 2017).
-